

165/166

N° 1.389.833

M. Rosenblad

2 planches. - Pl. I

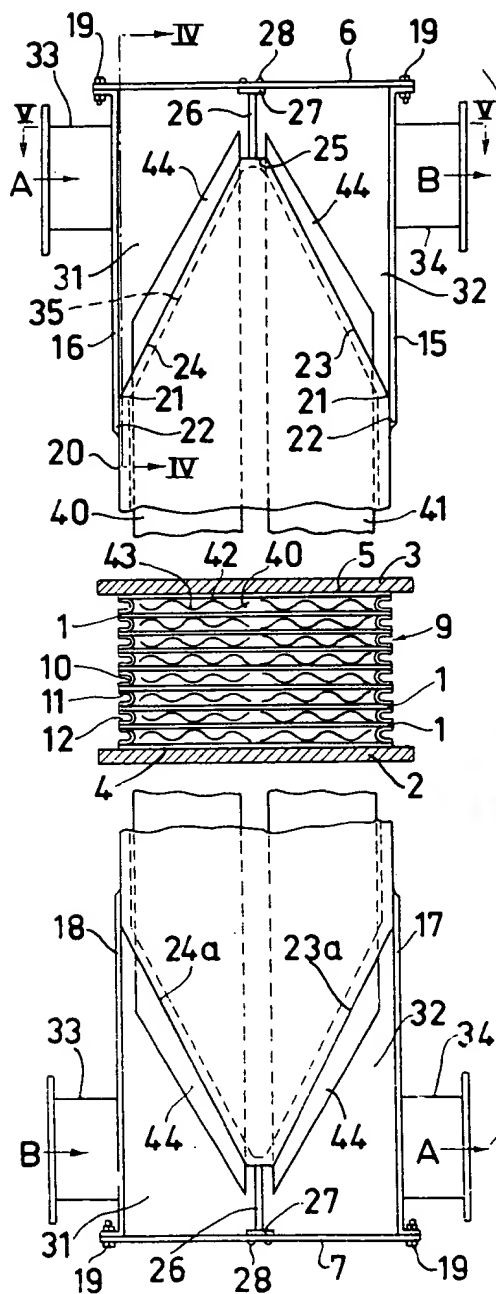


FIG. 4

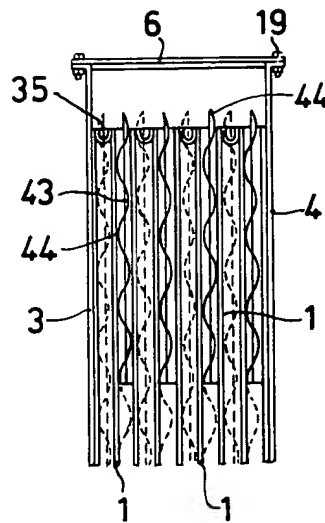


FIG. 1

FIG. 2

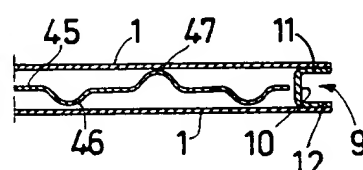
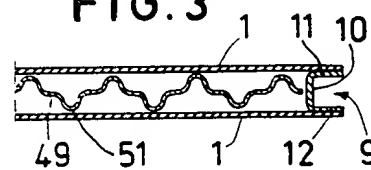


FIG. 3



BEST AVAILABLE COPY

Échangeur de chaleur.

M. CURT FREDRIK ROSENBLAD résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 20 mars 1964, à 14^h 36^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 11 janvier 1965.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 8 de 1965.)

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 22 mars 1963, sous le n° 267.248, au nom du demandeur.)

L'invention se rapporte aux échangeurs de chaleur du type à plaques et elle concerne plus particulièrement les échangeurs de chaleur qui utilisent des plaques flexibles et qui comprennent des moyens pour limiter le fléchissement de ces plaques.

Il est avantageux, pour abaisser le prix de revient de l'appareil et pour améliorer l'échange de chaleur, de former les parois des chambres d'échange de chaleur en matière mince. Toutefois, lorsque comme cela se pratique habituellement dans la technique des échangeurs de chaleur, le fluide que l'on fait passer par l'un des jeux de canaux est sous forte pression, les plaques à parois minces tendent, en raison de leur flexibilité naturelle, à se bomber vers l'extérieur en s'écartant les unes des autres dans les chambres où se trouve le fluide sous pression. Cette déformation, si elle n'est pas empêchée ou pratiquement limitée, gêne l'écoulement dans les canaux intermédiaires entre ces chambres. En outre, en fléchissant dans un sens puis dans l'autre, les plaques sont sujettes à se détériorer rapidement.

Pour permettre d'utiliser des plaques minces et flexibles, des solutions antérieures consistaient à former des organes séparateurs dans la matière même de la plaque ou de souder des cales sur les faces des plaques. Les bossages solidaires des plaques tels que les mamelons emboutis et les cales soudées servent à maintenir l'espacement des plaques et à limiter leur fléchissement et, bien que ces bossages accentuent avantageusement la turbulence dans les canaux de l'échangeur, ils gênent le nettoyage de ces canaux. Non seulement, ils limitent le fléchissement dans une mesure propre à réduire notablement l'effet du fléchissement qui tend à détacher des plaques par craquelage le dépôt formé sur ces plaques mais, en outre, ils retiennent les matières solides éventuellement présentes

dans le fluide et qui, de ce fait, s'accumulent et restreignent le passage d'écoulement dans les canaux.

Au contraire, la présente invention apporte un perfectionnement à toutes les techniques antérieures et, ceci d'une façon simple et efficace qui permet de maintenir l'écartement désiré entre les plaques formant les parois des canaux des échangeurs de chaleur. L'invention apporte ce perfectionnement sans former d'organes séparateurs dans la matière des plaques et sans en rapporter sur ces plaques. Elle permet, de plus, d'éviter des travaux considérables de soudure. Au lieu que les plaques soient montées à un écartement fixe, et qu'elles soient planes ou munies de bossages complémentaires, par exemple d'ondulations, l'écartement nécessaire est maintenu entre ces plaques. On obtient ce résultat en employant des organes séparateurs distincts montés dans les canaux formés entre les plaques.

Ces organes séparateurs peuvent recevoir diverses formes, les plaques, bandes et grillages constituant des exemples non limitatifs de ces formes. Bien que ces organes doivent, de préférence, être faciles à enlever des canaux pour les besoins du nettoyage, ils peuvent également être fixés en place. Par ailleurs ils peuvent être continus sur toute l'étendue du volume du canal pour constituer des organes d'un seul tenant, ou bien ils peuvent être formés d'un nombre d'éléments qui, ensemble, occupent une partie suffisante du volume du canal pour assurer l'espacement voulu.

Les organes séparateurs peuvent avoir leurs éléments-entretoises pratiquement en contact avec les plaques formant les côtés opposés des canaux, ou bien ces éléments peuvent être formés de façon à permettre un certain fléchissement des plaques formant les parois. En tout cas, il est préférable que les organes séparateurs soient faits d'une matière

mince et plus légère que la matière des plaques formant les parois flexibles. Leur fonction d'écartement est assurée sur les divers bossages élémentaires dirigés latéralement qui sont formés sur eux.

L'échangeur de chaleur complet qui comprend des plaques-parois flexibles et des organes séparateurs suivant l'invention est formé de telle sorte que, si l'on utilise des organes séparateurs amovibles, on ait facilement accès à ces organes pour les extraire en vue du nettoyage ou de toute autre opération que l'on veut effectuer.

Le but général de la présente invention est donc de perfectionner les échangeurs de chaleur à plaques flexibles.

Un autre but de l'invention est de limiter l'amplitude du fléchissement des plaques des échangeurs de chaleur à plaques flexibles.

Un autre but de l'invention est d'assurer cette limitation sans se servir des plaques-parois pour l'effectuer.

Un autre but est de réaliser des moyens faciles à enlever pour maintenir l'écartement voulu entre les parois des échangeurs de chaleur à plaques flexibles.

Un autre but de l'invention est de réaliser des moyens pour maintenir l'écartement entre les parois des échangeurs de chaleur à parois flexibles et pour faciliter le nettoyage de ces parois, des organes séparateurs et des canaux dans lesquels ces organes sont disposés.

Un but plus particulier de l'invention est de réaliser des organes séparateurs distincts pour maintenir l'écartement entre les parois flexibles des échangeurs de chaleur à plaques.

Un autre but de l'invention est de réaliser des organes séparateurs en métal léger et relativement peu coûteux.

Au dessin annexé, donné uniquement à titre d'exemple :

La figure 1 est une vue en élévation de face d'un échangeur de chaleur équipé d'organes séparateurs suivant l'invention, une partie de l'échangeur étant supposée arrachée entre ses extrémités, la vue comprenant, entre les deux parties séparées, une coupe de la construction en ce point. Les plaques de tête avant et arrière de l'échangeur, sont supposées omises pour les vues en élévation, de façon à laisser voir l'intérieur de l'échangeur. Par contre, certaines parties de ces plaques sont représentées sur la vue en coupe;

La figure 2 est une vue en coupe partielle d'une paire de plaques et d'un organe séparateur placé entre ces deux plaques, ces éléments étant représentés dans la position où ils apparaîtraient dans la vue en coupe de la figure 1;

La figure 3 est une vue analogue montrant une variante de réalisation de l'organe séparateur;

La figure 4 est une vue en coupe prise suivant

la ligne IV-IV de la figure 1, supposée considérée en regardant dans le sens des flèches;

La figure 5 est une vue en coupe prise suivant la ligne V-V de la figure 1, supposée considérée en regardant dans le sens des flèches;

La figure 6 est une vue partielle en élévation d'une partie d'une forme modifiée d'un organe séparateur;

La figure 7 est une vue en coupe horizontale d'un échangeur de chaleur tel que celui de la figure 1 et comprenant des organes séparateurs tels que ceux représentés sur la figure 6, la vue étant prise en coupe suivant la ligne VII-VII de la figure 6;

La figure 8 est une vue partielle, en coupe et à plus grande échelle, d'un échangeur de chaleur suivant l'invention utilisant des plaques-parois ondulées au lieu de plaques-parois planes et utilisant une forme modifiée d'organes séparateurs;

La figure 9 est une vue partielle en coupe d'un organe séparateur analogue à celui de la figure 8, mais légèrement modifié par rapport à ce dernier;

La figure 10 est une vue analogue à celle de la figure 6, montrant l'utilisation d'organes séparateurs formés par des bandes espacées.

Suivant l'exemple d'exécution représenté sur les figures 1, 4 et 5, l'échangeur de chaleur à plaques suivant l'invention est un appareil de forme allongée, rectangulaire en section horizontale, principalement composé d'une série de plaques métalliques en tôle mince indiquées en 1 sur la figure 1, qui s'étendent verticalement et qui sont espacées horizontalement. Toutes les plaques intermédiaires sont identiques et ont la même fonction, de sorte qu'elles reçoivent la même référence. Au contraire, les plaques qui forment les couches extrêmes et extérieures de l'empilement sont appuyées sur des plaques de tête 2 et 3 qui forment les parois avant et arrière de l'appareil. Ces plaques extrêmes, représentées respectivement en 4 et 5, ne peuvent pas fléchir de la même façon que les plaques intermédiaires.

Les plaques de tête 2 et 3 qu'on n'a pas représentées sur la partie en élévation de la figure 1, pour permettre de montrer plus clairement l'intérieur de l'appareil sont des plaques de forme générale rectangulaire qui s'étendent entre la plaque supérieure 6 et la plaque inférieure 7 de l'échangeur de chaleur et qui sont réunies à ces deux plaques. Ces plaques de tête sont de fortes plaques métalliques utilisées pour assembler l'échangeur de chaleur par serrage et pour supporter les forces de pression.

On forme une série de canaux verticaux entre les plaques de l'échangeur de chaleur des paires successives en réunissant les plaques de façon appropriée à l'écartement voulu le long de leurs bords verticaux. Les éléments d'assemblage peuvent avan-

tageusement être formés par des barres en U désignées dans leur ensemble par la référence 9 sur les figures 1, 2, 3 et 7. Ces barres sont disposées de façon à diriger l'ouverture du U vers l'extérieur, de sorte que les bases 10 des U servent de moyens pour écarter les plaques les unes des autres. Les ailes 11 et 12 des U sont soudées aux faces opposées des plaques 1, ainsi qu'aux plaques 4 et 5, le long des bords verticaux extérieurs des plaques de façon que les extrémités libres des U soient à l'affleurement des tranches des plaques. Les éléments 9 s'étendent naturellement sur toute la hauteur verticale des plaques, sur leurs bords extérieurs et les soudures qui réunissent les U aux plaques sont continues de façon à former des joints étanches sur toute leur longueur. Ainsi qu'on peut le voir, il n'est pas nécessaire de prévoir une paroi de fermeture ou de recouvrement sur la plus grande partie des faces latérales de l'échangeur de chaleur, sur lesquelles les éléments en U 9 forment une paroi pour fermer l'ensemble formé par les plaques de l'échangeur de chaleur. Par contre, à proximité de l'extrémité supérieure de ses parois verticales, l'ensemble formé par les plaques comprend des parois latérales verticales 15 et 16 fixées à cet ensemble et qui s'étendent de bas en haut pour se réunir à la plaque terminale supérieure 6. Il est également prévu une paire inférieure de parois latérales 17 et 18 qui s'étendent vers le bas à partir de la partie inférieure des parois verticales et qui se réunissent à la plaque terminale inférieure 7.

Les parois latérales 15, 16, 17 et 18 sont d'une longueur importante et, de ce fait, elles maintiennent l'élément supérieur 6 et l'élément inférieur 7 largement espacés des extrémités des plaques de l'échangeur de chaleur. Le long de leurs côtés, les parois latérales 15, 16, 17 et 18 sont également réunies à joint étanche avec les côtés des plaques de tête 2 et 3, comme on peut mieux le voir sur la figure 5. Considérées en combinaison avec les plaques d'extrémité 6 et 7, ces plaques et parois forment des chambres pour l'entrée et la sortie du fluide d'échange de chaleur de façon à le faire pénétrer dans l'échangeur de chaleur et à l'en faire sortir aux extrémités de cet appareil ainsi qu'on le décrira brièvement dans la suite. Toutefois, avant d'entamer la description, il y a lieu de remarquer que les plaques supérieure et inférieure 6 et 7 sont simplement boulonnées en position comme représenté en 19, sur les plaques d'extrémité et sur les parois latérales, de sorte qu'elles peuvent être facilement enlevées pour les besoins d'une opération qu'on décrira dans la suite.

Du fait que la plaque de tête 2 de l'appareil est supposée enlevée, excepté dans les vues en coupe du centre de la figure 1 et de la figure 5, la plaque avant 4 de l'ensemble des plaques de

l'échangeur est représenté en trait plein sur la figure 1. Les côtés verticaux de cette plaque se terminent ainsi qu'on le voit au point 21, juste au-dessus du point 22 où les éléments de parois latérales 15 et 16 sont réunis à l'ensemble des plaques. A partir du point terminal 21, les extrémités des plaques, vues sur la figure 1, ont leurs côtés de droite et de gauche 23 et 24 inclinés vers l'intérieur comme les côtés d'un triangle isocèle. Toutefois, les côtés ne se prolongent pas suffisamment loin pour se rencontrer en un point, mais ils se terminent sur une petite partie horizontale qui reçoit un chapeau ou autre élément de liaison approprié 25. Les côtés 23 et 24 du triangle et lesdites parties horizontales sont identiques pour toutes les plaques de l'échangeur de chaleur. Le chapeau 25 est naturellement fixé aux parties horizontales des plaques en formant des joints étanches avec les diverses plaques.

La construction de la partie inférieure de l'échangeur de chaleur est identique à celle de la partie supérieure, de sorte que l'on a utilisé les mêmes références 23a, 24a, 25 et 26, et que la même description s'applique également à cette partie inférieure bien qu'en sens inverse.

Une cloison 26 s'étend également de l'avant à l'arrière de l'échangeur de chaleur; cette cloison prenant naissance sur le chapeau 25. La cloison 26 est fixée par une aile ou d'une autre façon appropriée en 27 sur la plaque 6. Cette fixation est de préférence constituée par des boulons 28 pour permettre de séparer la plaque supérieure 6 et la plaque inférieure 7 de l'ensemble. Comme on peut le voir sur la figure 5, la cloison 26 est fixée en 29 et 30 aux plaques de tête avant et arrière 2 et 3 avec des joints étanches. Il se forme donc ainsi deux chambres isolées 31 et 32 entre le sommet de l'ensemble des plaques de l'échangeur de chaleur et la plaque supérieure 6. Des chambres analogues sont prévues à la partie inférieure de la construction, de sorte qu'on leur a donné les mêmes références.

L'entrée dans les chambres 31 et 32 est assurée par des conduits appropriés qui traversent les parois, le conduit 33 débouchant dans la chambre 31 à travers la paroi 16 et le conduit 34 débouchant dans la chambre 32 à travers la paroi 15. Des conduits comparables sont prévus à la partie inférieure.

Pour étudier la façon dont les fluides sont mis en relation d'échange indirect de chaleur en passant par un sur deux des jeux de canaux formés dans l'échangeur de chaleur, on se reportera d'une façon générale à la figure 1; à la vue en coupe représentée au centre de cette figure et également à la figure 5. Si un fluide, indiqué par la flèche A est introduit sur le côté supérieur gauche de l'échangeur de chaleur à travers le conduit 33 et

si un fluide B, qui doit être mis en relation d'échange de chaleur avec ce premier fluide, est introduit par le conduit inférieur gauche 33, comme représenté par la flèche B, le fluide A arrive dans la partie 31 de la chambre supérieure et le fluide B dans la partie 31 de la chambre inférieure. Ces fluides doivent d'abord circuler à travers les canaux compris entre les paires de plaques de l'échangeur de chaleur. A cet égard, les plaques 4 et 5 des extrémités extérieures sont considérées comme identiques aux plaques 1. Si l'on se reporte maintenant à la partie de gauche de la cloison 26 représentée sur la figure 5 et en allant de haut en bas sur cette figure, on voit que l'entrée du premier canal est fermée en 35 et que cette observation est également valable pour le troisième, le cinquième et le septième des canaux. La fermeture obtenue en 35, par des moyens tels que le prolongement des éléments en U 9, est continue depuis les parties latérales 9 des U jusqu'au chapeau 25, de sorte que le fluide provenant de la chambre 31 ne peut pas descendre dans les canaux dont les extrémités supérieures sont fermées en 35. Au contraire, les canaux intercalaires, par exemple le deuxième, le quatrième, le sixième et le huitième des canaux sont ouverts à leur extrémité supérieure comme représenté en 36. Le fluide est donc libre de s'écouler de haut en bas par tous les canaux 36.

Si les bords 3 inférieurs inclinés des plaques de l'échangeur de chaleur, représentés en 23a sur la figure 1, sont respectivement ouverts et fermés d'une façon complémentaire à celle décrite pour le côté gauche de la figure 5, le fluide provenant de la chambre 31 passe dans les canaux ouverts 36 et s'étale sur toute la largeur de ces canaux (vue sur la coupe du centre de la figure 1), et émerge dans la chambre 32 à l'angle inférieur droit de l'échangeur de chaleur de sorte qu'il en sort par le conduit 34, comme représenté par la flèche A.

Aux endroits où les plaques ont leur bord supérieur 23 exposé au fluide dans la chambre supérieure droite 32, comme représenté à la droite de la cloison 26 de la figure 5, la disposition décalée des canaux ouverts et fermés respectivement est exactement l'inverse de celle du côté gauche de la cloison 26. Toutefois, en même temps, l'agencement est exactement le même que sur le bord inférieur gauche incliné 24a. La fermeture réelle des canaux est effectuée ici exactement de la même façon qu'on a représenté en 35, de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'en donner une description plus détaillée. Toutefois, il est évident que le liquide qui pénètre par l'angle inférieur gauche comme représenté par la flèche B ne pourra pas pénétrer dans les canaux qui transportent le liquide A mais s'écoulera dans les canaux disposés entre ceux-ci et remplira toute la largeur de ces canaux d'un

côté à l'autre de l'échangeur de chaleur, également comme représenté par la vue en coupe de la figure 1. Le fluide B s'écoulera donc de bas en haut, émergera dans la chambre supérieure droite 32 et sortira par le conduit B.

Bien que l'on ait représenté et décrit un échangeur de chaleur composé de neuf plaques définissant de cette façon huit canaux entre leurs parois, il est évident que cette représentation n'est donnée qu'à titre d'exemple illustratif et non pas limitatif. Normalement, on utilisera avantageusement un nombre de plaques beaucoup plus grand et, par conséquent, un nombre beaucoup plus grand de canaux compris entre ces plaques. Par ailleurs, bien que l'échangeur de chaleur ait été décrit sous la forme employée pour un écoulement transversal et à contre-courant, il va de soi que ceci n'est donné qu'à titre d'exemple illustratif, étant donné que l'on pourrait utiliser un écoulement concourant et parallèle au lieu d'un courant transversal en utilisant un échangeur de chaleur suivant l'invention.

Bien que l'échangeur de chaleur qu'on vient de décrire utilise de minces plaques flexibles de très grandes surfaces, il y a lieu de remarquer qu'aucune de ces plaques, même lorsqu'elles sont représentées ondulées au lieu d'être plates comme sur la figure 8, ne présente pas de bossages formés par emboutissage ou rapportés et qui forment des saillies latérales sur ces plaques de façon à limiter ou à éviter la fermeture d'un jeu de canaux lorsque l'autre jeu de canaux est mis sous haute pression. L'invention permet de réaliser les plaques en une matière d'épaisseur plus faible que celle qu'on utilisait jusqu'à présent pour les plaques flexibles. Elle permet également de déterminer la flexibilité tout en accentuant la turbulence du courant sur les deux faces de chaque plaque de l'échangeur de chaleur, de sorte que l'échangeur de chaleur présente les caractéristiques nécessaires pour l'amélioration de l'échange de la chaleur.

La limitation effective de l'espacement entre les plaques flexibles minces est obtenue ici au moyen de séparateurs indépendants disposés dans les canaux. Ces organes peuvent avantageusement être amovibles pour permettre de les nettoyer ainsi que de nettoyer les canaux, bien qu'ils puissent en cas de besoin être fixés en place. Dans la forme représentée, les organes séparateurs sont formés de plaques ou bandes de matière d'épaisseur encore plus faible que celle dont sont faites les plaques flexibles de l'échangeur de chaleur. Ces organes sont de préférence munis d'éléments d'écartement, formés par des mamelons, les mamelons alternant pour faire saillie sur l'une et sur l'autre des faces de la plaque. En outre, la distance séparant le sommet d'un mamelon formé sur une face de la

plaque et du sommet d'un mamelon formé sur la face opposée est légèrement inférieure à l'espace-ment prédéterminé des plaques 1 de l'échangeur de chaleur. Par exemple, un jeu ou intervalle de 0,025 mm entre l'élément séparateur et les plaques opposées de l'échangeur de chaleur est avantageux. Il permet aux plaques de l'échangeur de chaleur de fléchir tout en évitant qu'elles ne se déplacent d'une distance qui pourrait faire travailler le métal et l'affaiblir. Toutefois, elles peuvent fléchir suffisamment pour détacher par craquelage les dépôts formés sur leurs surfaces et pour ménager un jeu suffisamment large en face des mamelons pour éliminer les dépôts de solides éventuellement entraînés dans les fluides. On peut également former un intervalle plus large. Au contraire, dans certains cas, les séparateurs peuvent être formés de façon à éviter le fléchissement des plaques de l'échangeur de chaleur. Les mamelons s'étendant dans les deux sens créent la turbulence voulue.

Si l'on se reporte à la figure 1, on voit que les séparateurs sont réalisés sous la forme de deux jeux de plaques séparatrices, dont un jeu 40 est disposé à la gauche de l'axe vertical et l'autre jeu 41 à la droite de cet axe vertical. Par ailleurs, on peut voir, par les vues en coupe, que toutes les plaques de chaque jeu sont identiques, les formes de leurs parois étant alternées pour donner des éléments d'écartement formés par des mamelons sur toute la surface. Un jeu d'éléments ou mamelons 42 s'étend dans un sens à partir de l'axe de la plaque et l'autre jeu 43 s'étend dans le sens opposé. La distance extrême qui sépare deux mamelons opposés dans le sens latéral est telle qu'il reste le petit jeu ou intervalle mentionné plus haut entre les plaques séparatrices et les parois 1 de l'échangeur de chaleur. En outre, la largeur transversale des plaques est limitée, de sorte que ces plaques sont libres sur leurs bords verticaux et que, par conséquent, il est facile de les enlever des canaux dans lesquels elles sont utilisées.

Les plaques séparatrices 40 et 41 ne s'étendent pas seulement sur toute la hauteur des canaux qui les reçoivent mais, de plus, celles qui sont situées dans les canaux ouverts à leur partie supérieure comportent des onglets marginaux 44 qui font saillie au-delà des canaux et qui permettent de saisir les plaques 40 et 41 à la main et de les extraire de leurs canaux. Lorsqu'on veut enlever les plaques 40 et 41 pour le nettoyage ou pour effectuer d'autres opérations, il suffit de déboulonner et d'enlever la plaque supérieure 6 et de desserrer les boulons ou autres éléments 28 qui fixent la tête 27 de la cloison 26 sur la plaque 6, après quoi, on peut enlever la plaque 6, saisir les onglets 44 et extraire les plaques de leurs canaux par un mouvement de bas en haut.

On trouve la même situation à l'inverse à la

partie inférieure de l'échangeur de chaleur puisque, ici, les canaux qui sont fermés à leurs extrémités supérieures, sont ouverts à leurs extrémités inférieures. Par conséquent, lorsque la plaque 7 a été enlevée, on peut enlever simplement les plaques séparatrices qui font saillie au-delà de l'extrémité inférieure simplement en saisissant leurs onglets 44 et en les glissant de haut en bas. Si les plaques 40 et 41 qui débordent des canaux à la partie inférieure de l'échangeur de chaleur sont montées librement dans leurs canaux de telle façon qu'elles puissent s'échapper de ces canaux en glissant de haut en bas si elles ne sont pas retenues, on peut avantageusement prévoir des barres d'appui appropriées, qui sont portées par la surface interne de la plaque d'extrémité 7 et qui coopèrent avec les bords des onglets 44 pour maintenir leurs plaques en position.

Sur la figure 2, on a représenté une construction légèrement modifiée d'une plaque séparatrice. Ici, la plaque séparatrice a une partie de base plate 45 d'où partent des mamelons ou bossages 46 et 47, espacés les uns des autres et dirigés vers le haut et vers le bas. Ces mamelons ménagent un espace ou jeu important pour le fléchissement des plaques 1.

Sur la figure 3, l'organe ou la plaque séparatrice 48 est pratiquement bosselée sur toute sa surface et seules de petites parties marginales 49 sont ménagées entre les positions où les mamelons 50 s'étendent dans un sens et celles où les mamelons 51 s'étendent dans l'autre. Les intervalles représentés ici sont de dimensions moins grandes, les mamelons se rapprochant davantage des plaques 1 de l'échangeur de chaleur.

Les organes séparateurs représentés sur les fig. 6 et 7 sont constitués par des plaques continues 55 qui, au lieu d'être séparées au centre comme dans le cas des plaques 40 et 41 de la figure 1, s'étendent sur toute la largeur, ainsi que sur toute la hauteur des canaux. La plus grande partie de ces plaques est plane comme représenté en 55, et de petits mamelons 56 et 57 orientés en sens inverse les uns des autres, sont prévus suivant un dessin symétrique sur toute la surface de la plaque. Dans la vue en coupe de la figure 7, qui montre la mise en place de ces plaques séparatrices dans les canaux d'un échangeur de chaleur formé en employant des plaques flexibles 1 espacées, le premier et le troisième des canaux 58 et 59 sont représentés légèrement hachurés pour représenter la présence d'un fluide sous pression dans ces canaux. Par conséquent, bien que la différence soit difficile à représenter sur une figure de cette dimension, il existe un jeu ou espace d'une dimension appréciable entre les faces des mamelons 56 et 57 et les plaques 1 de l'échangeur de chaleur qui leur font face dans les canaux 58 et 59. Dans

les canaux intermédiaires 60 et 61, qui sont destinés, dans la forme représentée, à être sous basse pression, les mamelons 56 et 57 sont au contraire en contact avec les parois 1 de l'échangeur de chaleur qui leur font face, puisque ces parois ont fléchi vers l'extérieur des chambres 58 et 59 dans une mesure suffisante pour fermer les espaces au sommet des mamelons dans les canaux 60 et 61.

Finalement, il y a lieu de remarquer qu'un organe séparateur 55, comme représenté sur la figure 6, qui s'étend sur toute la surface des canaux, est plus avantageux en ce qui concerne la fixation de sa position dans ces canaux que lorsqu'il peut en être enlevé, comme c'est le cas pour les plaques 40 et 41.

Un fragment d'une variante de réalisation d'un échangeur de chaleur est représenté à plus grande échelle sur la figure 8. Ici, la paroi extérieure 62 est représentée plate, tandis que les plaques intérieures minces et flexibles de l'échangeur de chaleur représentées en 63 sont ondulées. Cette construction donne une plus grande surface et accentue la turbulence de l'écoulement des fluides à l'intérieur des canaux définis entre les plaques. Les bords verticaux de ces plaques sont fermés par des U 29 exactement identiques à ceux représentés dans les formes de réalisation précédentes, étant entendu que les parties périphériques des plaques 63, comme représenté en 64, sont aplaties de sorte que cette fermeture est facile à obtenir. Par ailleurs, bien que les plaques soient ondulées et que, en certains points, les ondulations des plaques opposées s'étendent les unes en direction des autres, les plaques, dans leur position initiale d'assemblage, sont écartées d'une distance fixe, pour donner au canal la largeur voulue.

Une autre variante de réalisation de l'organe séparateur est utilisée dans cette construction et, bien que cette modification soit représentée utilisée en combinaison avec des plaques d'échangeur de chaleur flexibles et ondulées, il va de soi que cet organe séparateur n'est pas limité à l'utilisation en combinaison avec les plaques d'échangeur de chaleur ondulées. Elle peut être utilisée tout aussi bien en combinaison avec des plaques flexibles d'échangeur de chaleur de forme plane.

La plaque séparatrice représentée dans son ensemble en 65 est formée en réalité de deux feuilles 56 et 57 de métal très mince assemblées par soudage, chacune de ces feuilles présentant des cavités hémisphériques 68 à des intervalles espacés. En assemblant les plaques, on place les cavités hémisphériques en des positions opposées, de sorte que chaque paire d'hémisphères telles que 68 et 69 s'assemblent pour former un bossage en forme de bulle. La cavité intérieure sphérique 70 peut éventuellement être remplie d'une matière ap-

propriée, pour renforcer les bossages, ce qui contribue encore à permettre d'utiliser une matière extrêmement légère pour les feuilles 66, 67.

Egalement dans la construction de la figure 8, il existe un faible jeu entre les sphères et les plaques flexibles de l'échangeur de chaleur qui leur font face. Lorsque les plaques sont ondulées comme représenté sur cette figure, la séparation est assurée en des points tels que 71-71, où les ondulations des plaques opposées sont dirigées les unes vers les autres, bien qu'un certain jeu ou intervalle soit ménagé entre les sphères 70 et les parties 71-71.

Aux endroits où des parties de plaques de parois latérales extérieures planes 62 sont en face des sphères, des bossages 73 forment des saillies intérieures sur les plaques 62 pour maintenir la plaque séparatrice 65 centrée ou relativement centrée dans le canal.

Une autre variante de réalisation de la plaque séparatrice, celle-ci basée sur l'agencement de la figure 8, est représentée en partie sur la figure 9. Ici encore, la plaque 75 est formée d'une matière très mince, et un jeu de cavités hémisphériques 76 sont formées dans cette plaque. Ici, au lieu d'être constituée par des plaques opposées complémentaires soudées l'une sur l'autre, la plaque 75 est simplement munie d'éléments 77 en forme de chapeaux qui sont soudés sur cette plaque en face des cavités hémisphériques 76. Ces éléments 77 en forme de chapeaux constituent les hémisphères complémentaires des hémisphères 76, de sorte qu'il se forme ici également des sphères d'écartement 78 identiques aux sphères 70 de la figure 8. De même, les sphères 78 peuvent être éventuellement remplies.

Une autre variante des organes séparateurs est représentée sur la figure 10. Ici, les plaques planes de l'échangeur de chaleur représentées en 80, sont disposées côte à côte à un certain écartement, de la même façon que sur les figures 1 et 7. Toutefois, dans cet exemple, les plaques séparatrices sont des éléments en forme de bandes étroites, comme représenté en 81 et 82. Leurs surfaces présentent un dessin symétrique de mamelons 83 et 84 qui s'étendent dans des directions opposées. Les bandes 81 et 82 sont destinées à être amovibles, de sorte qu'elles comportent des parties qui font saillie à l'extérieur des chambres ou canaux ouverts à leurs extrémités et qu'elles sont munies d'onglets tels que 85 et 86, destinés à être utilisés pour saisir et enlever les plaques. A tous autres égards, l'utilisation de ces bandes est la même que celle des plaques séparatrices 40 et 41 de la figure 1.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation représentés et décrits, qui n'ont été choisis qu'à titre d'exemples.

RÉSUMÉ

L'invention a pour objet un échangeur de chaleur comprenant des plaques d'échange de chaleur flexibles qui sont maintenues espacées par des organes-entretoises ou séparateurs, pour former des canaux pour le passage des fluides ou agents d'échange de la chaleur, cet échangeur de chaleur étant remarquable notamment par les caractéristiques suivantes, considérées séparément ou en combinaisons :

1° Ces organes séparateurs sont séparés des plaques de l'échangeur de chaleur et sans fixation sur elles et ils sont munis de parties qui font saillie latéralement par rapport aux canaux (ou par rapport aux plaques de l'échangeur de chaleur) en direction de ces plaques, pour empêcher ou limiter la déformation de ces dernières;

2° Les plaques de l'échangeur de chaleur sont formées d'une tôle d'acier mince et flexible;

3° Les organes séparateurs sont formés d'une matière mince et légère;

4° Les parties des organes séparateurs qui sont en saillie latérale sont solidaires des organes séparateurs;

5° Les saillies latérales des organes séparateurs s'étendent jusque très près des plaques de l'échangeur de chaleur qui leur font face mais laissent un intervalle ou un jeu entre elles et ces plaques;

6° Les parties saillantes latérales des organes séparateurs sont directement en contact et butent sur les plaques d'échangeur de chaleur qui leur font face;

7° Les organes séparateurs sont formés d'une mince tôle d'acier, les saillies latérales ayant la forme de bossages ou de mamelons qui font saillie dans les directions opposées, à une certaine distance les uns des autres et suivant un dessin symétrique;

8° Les organes séparateurs sont formés de pla-

ques ou bandes de métal au moins aussi minces que le métal des plaques de l'échangeur de chaleur;

9° Chaque organe séparateur est fait d'une seule feuille de tôle continue qui s'étend sur toute la longueur et sur toute la largeur du canal dans lequel cet organe séparateur est disposé;

10° L'organe séparateur de chacun des canaux est constitué par plusieurs bandes séparées qui, ensemble, occupent toute la largeur et toute la longueur du canal;

11° Les éléments séparateurs sont formés de minces feuilles de métal qui sont assemblées (de préférence par soudage) et qui présentent des cavités qui se font face et qui sont alignées et disposées de façon que deux cavités coopérantes, et qui forment des bossages dans les deux sens opposés, forment des chambres ou bulles fermées;

12° Les chambres ou bulles, qui ont de préférence, la forme approximative de sphères, sont remplies d'une matière de remplissage résistant à la compression;

13° Une ou plusieurs des parois extérieures de l'échangeur de chaleur est ou sont munies de bossages qui coïncident avec ou sont en face des parties saillantes latérales correspondantes des organes séparateurs qui leur font face;

14° Certains des canaux sont ouverts à une extrémité et les autres canaux sont ouverts à l'extrémité opposée et les organes séparateurs peuvent être facilement extraits de ces canaux et sont munis d'onglets qui s'étendent au-delà des extrémités ouvertes des canaux de façon à pouvoir être saisis pour permettre d'enlever les organes séparateurs de ces canaux.

CURT FREDRIK ROSENBLAD

Par procuration :
Cabinet LAVOIX

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.